

Analyse des éléments de la résistance d'*Hibiscus sabdariffa* L. au chancre (*Phytophthora parasitica* Dast.) dans les lignées F₃ d'un croisement d'une variété à fibres (*H. s.* var. *altissima*) avec une variété alimentaire (*H. s.* var. *edulis*)

J.-C. FOLLIN *

RÉSUMÉ

L'analyse des F₁, F₂ et F₃ d'un croisement d'*Hibiscus sabdariffa* var. *altissima* (variété à fibres THS 22) sensible au chancre du collet (*Phytophthora parasitica* Dast.) avec une variété résistance d'*H. s.* var. *edulis* (variété alimentaire) montre que la résistance a un caractère récessif et qu'elle est de type polygénique. Dans la résistance, deux éléments indépendants sont mis en évidence : la résistance à l'installation du parasite dans les tissus de l'hôte et la résistance à la progression du parasite lorsque l'installation est réalisée.

Mots clés : croisement, *H. sabdariffa* alimentaires et à fibres, résistance, *Phytophthora*.

INTRODUCTION

Une résistance satisfaisante au chancre du collet (*Phytophthora parasitica* Dast.) n'existe chez aucune variété de roselle cultivée pour la production de fibres. On peut observer, parfois, des différences de sensibilité mais, malheureusement, ces différences variétales ont tendance à s'estomper lorsque les conditions sont favorables à la maladie (1). Les hybrides hexaploïdes *H. cannabinus* × *H. sabdariffa* sont totalement résistants, mais ne sont pas exploitables agronomiquement (1). Parmi les 16 espèces de la section *Furcaria*, une seule espèce, de génome proche de la roselle (AAYY), *H. acetosella* Velw. (AABB), possède une forte résistance au chancre (1), mais

l'utilisation des descendants de ce croisement pose des problèmes qui ne peuvent être résolus à court terme.

La prospection parmi les variétés alimentaires s'est toujours révélée décevante jusqu'en 1977 où une variété originaire du Mali a montré une résistance totale au chancre en inoculation artificielle. Cette variété a été croisée avec une variété très productive en fibres, THS 22, et les F₁, F₂, F₃ ont été étudiées pour leur résistance au chancre, parallèlement à la sélection portant sur la morphologie.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La variété à fibres THS 22, utilisée, a été sélectionnée en Indonésie ; la variété alimentaire était en collection à la station de Recherches agronomiques de N'Tarla-M'Pesoba, au Mali, elle est notée : RA3.

C'est une variété à port très buissonnant, à feuilles pentalobées, la tige est glabre et de couleur rouge clair, sa floraison est plus précoce d'une dizaine de jours.

L'hybridation a été réalisée en 1977, sans castration des fleurs, la couleur rouge, caractère dominant, servant de marqueur pour repérer les plants F₁ hybrides.

* I.R.C.T., Centre de Recherches du G.E.R.D.A.T. Montpellier, et I.D.E.S.S.A.-I.R.C.T., B.P. 604, Bouaké (Côte-d'Ivoire).

Les plants F_1 sont récoltés ensemble et les graines semées. En F_2 , une première sélection réalisée de 30 à 50 jours porte sur la morphologie; seuls les plants ayant un port d'*Hibiscus* producteur de fibres sont conservés. La deuxième sélection porte sur la résistance au chancre; les plants sont inoculés à 50-60 jours en introduisant le champignon par blessure dans la tige suivant une technique déjà décrite (1). La longueur des chancres a été mesurée 12 jours après l'inoculation. Les plants F_2 résistants ont été récoltés plant par plant et chaque plant a été à l'origine d'une lignée F_3 .

Les plants F_3 ont été inoculés à 60 jours, à raison

de 12 plants par lignée, et la longueur des chancres mesurée à 14 jours, puis à 25 et 40 jours chez les plants survivants. Un passage quotidien de l'expérimentateur permet de repérer au jour le jour les plants morts (partie supérieure flétrie). Le temps écoulé entre l'inoculation et la mort du plant, ainsi que la longueur du chancre le jour de l'arrachage sont notés.

Dans les séries d'inoculation, nous avons souvent inclus *H. cannabinus* qui présente la caractéristique d'être résistant au champ et en inoculation tout en permettant, dans ce dernier cas, une installation limitée du champignon.

RÉSULTATS

Les plants F_1 ont exactement le même port que les plants producteurs de fibres. Les inoculations réalisées en 1978 montrent que la sensibilité de l'hybride est identique à celle du parent sensible (tabl. 1). Les plants F_1 inoculés sont peu nombreux, mais l'écart-type très faible indique une grande homogénéité des résultats.

En 1979, le test a porté sur les plants F_2 . Les résultats (tabl. 2) sont très hétérogènes, mais on observe cependant une diminution nette de la longueur moyenne des chancres par rapport au témoin sensible.

Les résultats, regroupés dans différentes classes établies suivant la taille des chancres, donnent la répartition suivante :

0	: 22, soit 19,3 %
1-5 cm	: 6, » 5,3 %
6-10 »	: 14, » 12,3 %
11-15 »	: 37, » 32,4 %
16-20 »	: 25, » 21,9 %
21-25 »	: 10, » 8,7 %

La répartition est large et le passage de la classe la plus résistante à la classe la plus sensible est graduel. La résistance à un caractère quantitatif et le déterminisme ne peut être que polygénique.

Les plants notés 11 à 25 ont tous évolué vers la mort; parmi les plants notés 1-10, 6 plants ont résisté et ont constitué 6 lignées: B 3, B 7, B 22, B 25, B 43, B 44.

Parmi les plants notés 0, on trouve ceux dont la

Tableau 1. — Longueur des chancres en F_1 et chez les parents du croisement THS 22 \times RA 3

Variétés	Nombre de plants	Longueur chancres (cm)	Ecart-type (cm)	Mortalité (%)
THS 22, parent sensible	12	26,4	1,3	100
RA 3, parent résistant	12	0		0
F_1 THS 22 \times RA 3	4	24,1	2,1	100
<i>H. cannabinus</i>	12	7,8	5,4	0

Tableau 2. — Longueur moyenne des chancres en F_2

Variétés	Nombre de plants	Longueur chancres (cm)	Ecart-type (cm)	Mortalité (%)
THS 22, parent sensible	12	17,6	2,7	100
RA 3, parent résistant	12	0		0
F_2 THS 22 \times RA 3	114	11,4	7,3	82,5

résistance est identique à celle de RA 3 et ceux chez lesquels l'infection a échoué; on peut espérer que ce chiffre est faible, car il est nul dans le témoin sensible. Une troisième catégorie de plants doit également exister car, sur les 22 plants notés 0 à 12 jours, 8 ont ensuite présenté des chancres importants et ont été éliminés. Ce décalage dans le déclenchement de la maladie nous a conduit à prolonger les observations en F_3 jusqu'à 40 jours après inoculation.

Quatorze plants ne présentant pas de chancre ont donc été conservés et ont été à l'origine des lignées B 1, B 2, B 3, B 4, B 5, B 6, B 11, B 17, B 27, B 31, B 32, B 35, B 36, B 38.

Suivant le même principe, les résultats globaux des F_3 sont donnés dans le tableau 3 et, si on classe comme précédemment, on obtient :

0	:	165 plants, soit 68,7 %
1-5 cm	:	25 " " 10,4 %
6-10 "	:	12 " " 5,0 %
11-15 "	:	17 " " 7,1 %
16-20 "	:	9 " " 3,7 %
21-25 "	:	6 " " 2,5 %
26-30 "	:	5 " " 2,0 %
31-35 "	:	1 " " 0,4 %

En comparant les résultats des F_2 et F_3 , on constate que l'hétérogénéité des résultats en F_3 a

encore augmenté, mais la moyenne générale passe de 11,3 à 3,6 cm, et il y a un déplacement vers la classe 0 et 1-5. La pression de sélection exercée en F_2 a donc été efficace et on peut penser que le pourcentage des plants ayant échappé à l'infection était faible.

L'hétérogénéité à l'intérieur de chaque lignée F_3 étant importante, la comparaison des moyennes des quatre paramètres choisis (A, B, C, D, voir tabl. 4) n'apporte que peu de renseignements; nous avons préféré regrouper les plants en classes suivant les tailles des chancres à 14 jours comme en F_2 , et comparer ces quatre paramètres pour chaque classe (tabl. 5).

A partir de ce dernier tableau, on obtient les corrélations suivantes :

Longueur des chancres à 14 jours \times pourcentage de mortalité : 0,935 H.S.

Nombre de jours pour tuer le plant \times pourcentage de mortalité : — 0,967 H.S.

Longueur du chancre à la mort \times pourcentage de mortalité : — 0,42 n.s.

Longueur du chancre à 14 jours \times longueur du chancre à la mort : 0,61 n.s.

Dans les plants marqués 0 à 14 jours, une proportion non négligeable, bien qu'inférieure à celle

Tableau 3. — Longueur moyenne des chancres en F_3

Variétés	Nombre de plants	Longueur chancres (cm)	Ecart-type (cm)	Mortalité (%)
THS 22, parent sensible	12	21,1	4	91,6
RA 3, parent résistant	12	0		0
F_3 THS 22 \times RA 3	240	3,6	6,9	13,7

Tableau 5. — Regroupement des résultats du tableau 4 suivant les tailles des chancres à 14 jours et moyenne des chancres survivants à 25 jours

Longueur des chancres à 14 jours (cm)	Nombre de plants	Mortalité (%)		Nb jours inoc.-mort.	Longueur chancres à mort. (cm)	Longueur chancres survivants	
		25 j	40 j			25 j	40 j
I 20 (25,7/2,5)	12	100		20,3	34,5	—	—
II 16-20 (18 /1,4)	9	66,7	88,9	24	27,7	26	18
III 11-15 (12,6/1,4)	17	29,4	50	28,2	26,6	14,3	14
IV 6-10 (7,8/1,4)	12	0	16,7	30,5	32	9,9	13,2
V 1-5 (3,4/1,1)	25	0	0	—	—	4,4	5,9
VI 0	165	0	1,2	36,5	37	0,55	0,95
Témoin sensible (19,3/7,1)	12	91,6	91,6	21,3	29,2	0	0

Tableau 4. — Résultats des inoculations des plants F₃ THS 22 × RA 3

	THS 22				RA 3				B ₁				B ₂				B ₃				B ₄				B ₅				B ₆			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	24	22	34		0			0	18	35	36		8			19	0			0	5			9	0			3	25	29	39	
2	15	20	22		0			0	20	22	29		0			21	0			0	12	40	44		0			0	11	40	18	
3	22	16	27		0			0	0			0	6			12	0			0	16	30	37		0			0	26	22	35	
4	12	22	23		0			0	3			3	0			2	0			0	0			3	0			0	13	24	28	
5	26	20	30		0			0	19	22	28		7			17	0			0	8	28	30		0			0	0		0	
6	22	20	26		0			0	8			14	11			13	0			5	18	21	28		0			0	0		0	
7	21	21	29		0			0	0			0	12			13	0			0	0			0				0	9		0	
8	23	24	35		0			0	0			0	16	22	21		0			0	27	21	36		0			0	0		0	
9	22	22	30		0			0	0	éliminé			0			0	0			0	0			0	0			3	0		0	
10	23	24	36		0			0	0			0	11			13	0			0	6			0	0			0	0		0	
11	22	21	29		0			0	0			0	19	22	21		0			0	0			0	0			0	0		0	
12	0	—	—	0	0			0	0			0	4			5	0			0	0			7	0			0	0		0	
m		21,3	29,2					0		25,0	31		22	21		10,3				0,4		26	35			0,2			26,5	30		1,3
% mort.				91,7				0				27,3				16,7				0		3,1				0					36,4	
% pl. avec ch.	91,7				0				41,7			73				0				58,3		0				50						

	B ₇				B ₈				B ₉				B ₁₀				B ₁₁				B ₁₂				B ₁₃				B ₁₄			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0			0	0			0	25	14	25		0			4	10			22	0			0	5			10	2		6	
2	17			10	0			0	10	21	22		0			3	0			0	0			0	0			0	3		29	
3	0			0	0			2	0			3	5			5	0			0	0			12		0		0	0		0	
4	26	24	39		0			0	23	20	31		0			0	26	16	31		0			0	0			0	0		0	
5	23	24	37		2			3	6			7	0			3	14			20	0			0	0			0	3		0	
6	3			3	0			0	13	22	31		0			0	0			0	0			0	4			0	0		0	
7	0			3	8			26	0			4	0			3	0			0	0			0	0			0	0		0	
8	4			5	0			0	15	22	18		5			5	0			0	0			0	10	33	34	16	0		0	
9	3			3	2			2	2			2	0			0	4			10	0			0	0			0	0		0	
10	3			4	0			0	21	17	17		3			3	31	22	48		0			0	0			0	0		0	
11	0	40	31	31	0			0	0			0	4			0	0			0	0			0	0			0	0		0	
12	27	21	32		0			0	0			4	0			0	0			0	4			4	0			0	0		4	
m		27,2	36,2	4,5				2,9		19,3	25,7		3,3			2,3		20		6,1			0,6		33	34		4,1		20	21	3,8
% mort.				33,3				0				50				0				16,7			0					8,3			8,3	
% pl. avec ch.	66,7				25				66,7			33,3				50				8,3			33,3			33,3						

	B ₂₀				B ₁₉				B ₁₈				B ₁₇				B ₁₆				B ₁₅				Itinéraires canabiques			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0			7	15	21	22		0	33	43		4			10	5			0			0	4	21		1	
2	0			0	0			0	0	eliminé			0			3	0			0			0	5		2		
3	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0			0	4		3		
4	0			0	0			25	0			0	0			0	0			0			0	3		4		
5	0			0	0			0	4			5	22	22	28		12		30	0			0	4		5		
6	0			0	0			3	0			0	0			0	0			0			0	0		4		
7	0			0	0			4	0			0	0			0	0			0			0	0		6		
8	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0			0	4		7		
9	0			5	0			0	0			13	13			13	0			0	0		0	26		8		
10	0			0	0			0	0			0	2			3	0			0	0		0	5		9		
11	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0	0		0	3		10		
12	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0	0		0	4		11		
				0	0			0	0			0	13			13	0			0	0		0	5		12		
m				1,5		21	22	2,9		33	43		1,6		22	26	4					1,2			7,6			
% mort.				0				8,3					8,3				8,3				0			0			0	
% pl. avec ch.	0				8,3				16,7			41,7				16,7			0				83,3					

A = Longueur des chaînes à 14 jours.
 B = Nombre de jours entre l'inoculation et la mort du plant.
 C = Longueur du chaîne à la mortalité.
 D = Longueur des chaînes à 40 jours des plants survivants.

constatée en F₂, évolue plus ou moins tardivement vers la formation de chancre (tabl. 6). À ces chiffres, il faut ajouter 2 plants détruits par le chancre (B 7-11 et B 36-1).

Tableau 6. — Evolution des plants notés 0 à 14 jours

	14 jours	25 jours	40 jours
0 cm	165	145	130
1-5 cm		15	23
6-10 cm		2	5
10 cm		1	3

Si l'on dédouble chaque classe en plants sensibles (plants détruits) et plants résistants (plants survivants à 40 jours) et que l'on calcule la vitesse de progression du parasite (en cm/j), on obtient une nouvelle caractéristique (tabl. 7) qui rend bien compte des différentes variations que l'on observe : plants où l'installation et la progression du champignon se font sans problèmes ; plants où l'installation se réalise, mais où la progression est plus ou moins rapidement stoppée ou ralentie ; plants où l'installation est retardée, mais où la progression est ensuite rapide. La figure 1 montre cette évolution pour le

témoin et les classes III et VI ; il est net que chez les plants III résistants, cette résistance ne s'installe que tardivement et que l'on a une induction de celle-ci en réaction à l'action du champignon.

Fig. 1. — Evolution de la longueur des chancres des plants des classes III et VI.

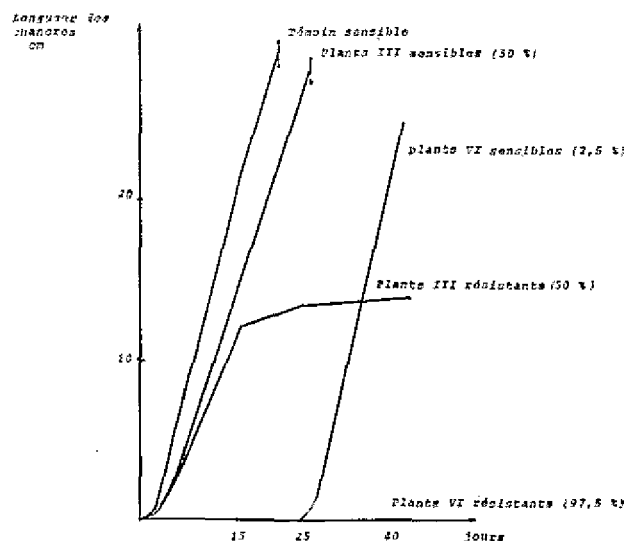


Tableau 7. — Accroissement journalier des chancres (cm) pour chaque classe de I à VI

Classes d'après L à 14 jours	%	0-14 j	14-x * j	14-25 j	25-x j	25-40 j
Témoin sensible	91,7	1,51	1,11			
I Sensibles	100	1,83	1,40			
II Sensibles	90	1,29	0,97			
III Sensibles	50	0,97	0,91			
III Résistants	50	0,86		0,13		0,03
IV Sensibles	16,7	0,64		1,32	1,54	
IV Résistants	83,3	0,54		0,21		0,22
V Résistants	100	0,24		0,10		0,10
VI Sensibles	2,5	0		0		1,55
VI Résistants	97,5	0		0,05		0,03

* x représente le temps moyen mis par le champignon pour tuer le plant (valeurs dans tableau 5).

DISCUSSION

Après les notations faites à 14 jours, on peut diviser les plants en deux grands groupes : les plants avec des chancres plus ou moins importants et les plants sans manifestation de chancres autre que le cal cicatriciel.

Dans le premier cas, l'évolution du chancre vers la destruction du plant est d'autant plus fréquente que la longueur du chancre à 14 jours est importante ($r = 0,935$). Il est certain que dans ce cas, la résistance, lorsqu'elle existe, joue au niveau de la progression du parasite ; le champignon s'installe dans les tissus puis progresse plus ou moins rapidement

suyant les plants. Ce type de résistance rappelle celui du kénaf (*H. cannabinus*), rarement attaqué au champ, et chez qui les inoculations artificielles se manifestent par un chancre qui cesse généralement de se développer au bout de quelques jours, et qui ne détruit que rarement la plante.

Le second cas est plus difficile à analyser. Il y a tout d'abord les plants notés 0 à 14 jours et qui le sont toujours à 40 jours ; on peut considérer que cette classe comprend les plants totalement résistants et les plants chez lesquels l'inoculation a échoué (1 plant sur 12, cette année, dans le témoin

sensible), mais il y a également les plants notés 0 qui évoluent vers la formation de chancres plus ou moins tardivement (tabl. 6).

A 25 jours, 18 plants marqués 0 à 14 présentent des chancres, dont un supérieur à 10 cm, qui évoluera et détruira le plant (B 36-1).

A 40 jours, 30 plants notés 0 à 14 jours présentent des chancres et 2 plants sont détruits (B 36-1 et B 7-11). Douze plants marqués 0 à 25 jours ont des chancres dont certains ont évolué très vite puisque B 7-11, noté 0 à 25 jours, est détruit à 40 jours. Il est vraisemblable que B 2-2, B 27-7 et B 35-4 vont évoluer de la même manière.

Cependant, chez la plupart des plants notés 0 à

14 jours et chez qui se développe un chancre, l'évolution est plutôt lente et une résistance à la progression se manifeste généralement. Ainsi, si on analyse la classe 6-10 à 40 jours : 2 plants étaient déjà 6-10 à 25 jours, donc blocage du chancre ; 1 plant était dans la classe 1-5, donc l'évolution était très faible, et 2 plants étaient notés 0, ce qui traduit une évolution plus rapide, mais encore très faible.

Chez ces plants, tout se passe comme si le champignon avait des difficultés à s'installer dans les tissus de l'hôte puis que, ce début d'installation réalisé, il se trouvait confronté au même phénomène que chez les plants manifestant d'emblée un chancre : évolution rapide ou évolution très lente et même, parfois, blocage de l'infection.

CONCLUSION

Il semble qu'il existe au moins deux éléments dans la résistance constatée chez la plupart des plants F_3 , une résistance à l'installation du parasite et une résistance à l'extension du chancre. Ces deux éléments sont indépendants, car on peut les rencontrer isolément : certains plants ne manifestent pas de symptômes pendant un certain temps puis évoluent ensuite rapidement ; d'autres plants, par contre, manifestent immédiatement des symptômes, mais neutralisent le champignon. On peut craindre que la résis-

tance à l'installation ne soit pas très stable car, pour des raisons inconnues, près de 20% des plants ont une évolution tardive ; connaître les conditions de levée de cette sorte de latence serait d'un intérêt certain, car il nous semble préférable de sélectionner, en premier lieu, des plants possédant la faculté d'induire une résistance à la progression du parasite. On peut, en effet, espérer que cette résistance, qui présente un certain caractère quantitatif, sera plus stable, donc plus efficace.

REFERENCES

1. FOLLIN J.C., 1977. — Le chancre du collet de la roseille (*Hibiscus sabdariffa* var. *altissima* Hort.), Recherche de la résistance. *Cot. Fib. trop.*, 32, 3, 241-247.

SUMMARY

An analysis of the F_1 , F_2 , F_3 generations of a cross between *Hibiscus sabdariffa* var. *altissima*, which is susceptible to collar canker (*Phytophthora parasitica* Dast.), with a resistant variety of *H.s.* var. *edulis* (edible variety) shows that the resistance has a recessive character and that it is polygenic. Two

independent elements have been revealed to exist in resistance : a resistance to the installation of the parasite in the tissues of the host and a resistance to the propagation of the parasite when this has occurred.

RESUMEN

El análisis de los F_1 , F_2 y F_3 de un cruzamiento *Hibiscus sabdariffa* var. *altissima* (variedad de fibras THS 22), sensible al chancre del cuello (*Phytophthora parasitica* Dast.) por una variedad resistente de *H.s.* var. *edulis* (variedad alimenticia), muestra que la resistencia a un carácter recesivo y que es de tipo

poligénico. En la resistencia, dos elementos independientes se evidencian : la resistencia a la instalación del parásito en los tejidos del receptor y la resistencia a la progresión del parásito cuando la instalación ha sido ya realizada.